

Рис. 2. Обработанная деталь «ильфон»
1 – сварной шов, после обработки

В качестве рабочей среды использовалась жидкость следующего состава: 95% техническая вода с добавлением 5% Укринола 1М. Обработка производилась при напряжении 5 В, окружная скорость электрода – щётки от 30 м/с. Величина контакта электрода – щётки и обрабатываемого участка составляла 0,1 мм. Шероховатость зачищённых участков составляла до R_a 0,63 мкм.

В результате проведённых экспериментальных исследований проведена чистовая обработка непрофилированным электродом-щёткой нежестких деталей, что позволило получить стабильные показатели чистового формообразования токопроводящих изделий различной, в том числе сложной геометрической формы.

По результатам исследований поданы заявки на патенты на новые способы и устройства, позволяющие расширить технологические возможности обработки нежестких деталей сложной геометрической формы непрофилированным электродом-инструментом.

Библиографический список

1. Шендрикова О.О. Методика определения направлений повышения эффективности производственной системы на промышленных предприятиях. // Организатор производства. - 2013.- №4 (59). С. 39-44.

2. Шендрикова О.О. Перспективы повышения эффективности производства посредством применения информационных технологий. // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты: материалы II-й междунар. науч.-практ. конф. – Курск: 2012. Т.2. С. 145-147.

3. Смоленцев В.П., Кириллов О.Н., Рязанцев А.Ю. Технология низкочастотной импульсной чистовой обработки деталей пространственной формы. // Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты: коллективная монография. – М.: Спектр. 2015. В 5 Т. Т.5. 464 с. (С. 265 – 302).

УДК 621.45.017:778.4

О ТИПАХ АЭРОУПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ РАБОЧИХ КОЛЁС ТУРБОМАШИН

©2016 А.О. Коскин, В.Г. Селезнев

Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, г. Москва

ABOUT TYPES OF AEROELASTIC VIBRATIONS OF TURBOMACHINERY BLADED DISCS

Koskin A.O., Seleznev V.G. (Central Institute of Aviation Motors, Moscow, Russian Federation)

One type of aeroelastic vibrations identified as nonsynchronous vibrations is analyzed. Short list of the aeroelastic vibrations classified according to the foreign papers is given.

Рассмотрим процесс, осциллограмма которого представлена на рис. 1 и определим к какому типу колебаний его можно отнести.

На рис. 2 представлен участок осциллограммы (рис. 1) и полученный по нему спектр.

Для того, чтобы идентифицировать процесс, сначала необходимо провести проверку его на наличие автоколебаний рабочих лопаток, как

это принято в отечественной практике исследований колебаний рабочих колёс турбомашин.

По признакам, характерным для автоколебаний, процесс нельзя отнести к таковому, поскольку не удалось обнаружить бегущую волну по вычисленным сдвигам фаз.

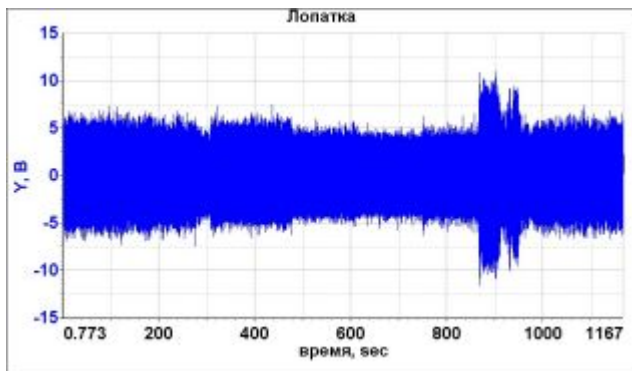


Рис. 1. Осциллограмма исследуемого процесса

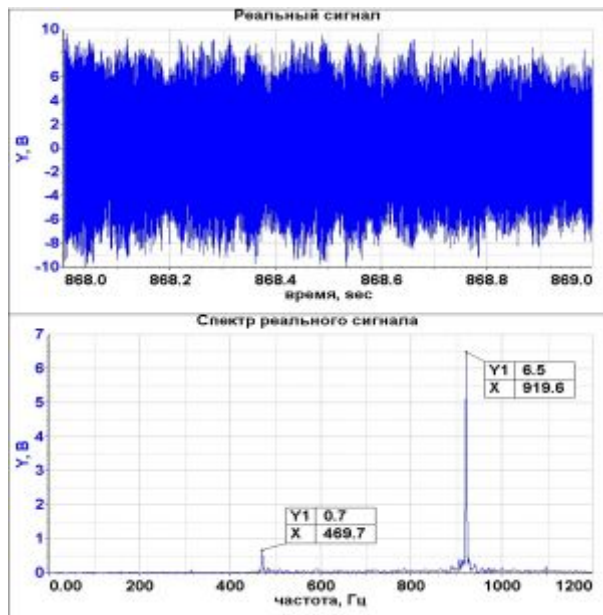


Рис. 2. Осциллограмма и спектр реального процесса

О трудностях, связанных с определением сдвига фаз было изложено в работе [1]. В связи с этим обратимся к виду осциллограмм и предложим модель колебательного процесса исходя из теории линейной суперпозиции двух одновременно возбуждаемых форм колебаний. Теория линейной суперпозиции устанавливает, что отклик от возбуждения множества форм колебаний является линейной суперпозицией каждой из возбуждённых форм колебаний [2].

Поскольку в процессе участвуют две частоты – 919 и 469 Гц, то мы имеем пример сложения двух колебаний с различными частотами. Эти колебания можно рассматривать как амплитудно-модулированные колебания с несущей частотой 919 Гц без боковых составляющих. Основные колебания модулируются по амплитуде с частотой модуляции 450 Гц, равной разности частот 919 Гц и 469 Гц [2].

Результат сложения частот 919 Гц и 469 Гц показан на рис. 3.

Таким образом, анализируемые колебания нельзя отнести к разряду автоколебаний, поскольку автоколебания сопровождаются биениями, обусловленными разностью частот внешнего источника и собственно рабочего колеса.

Для идентификации рассматриваемого процесса следует обратиться к резонансной диаграмме (рис. 4), на которой приведены различные типы колебаний исходя из классификации явлений, принятой за рубежом [3].

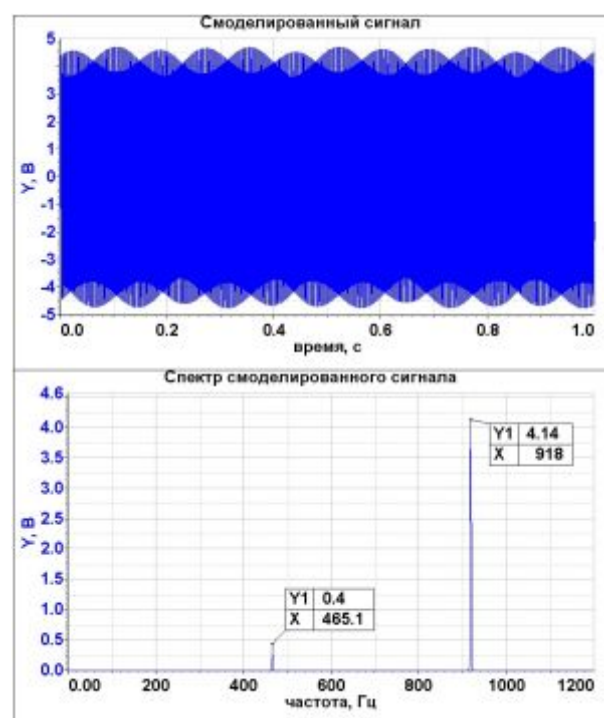


Рис. 3. Осциллограмма и спектр моделированного процесса в результате сложения двух частот

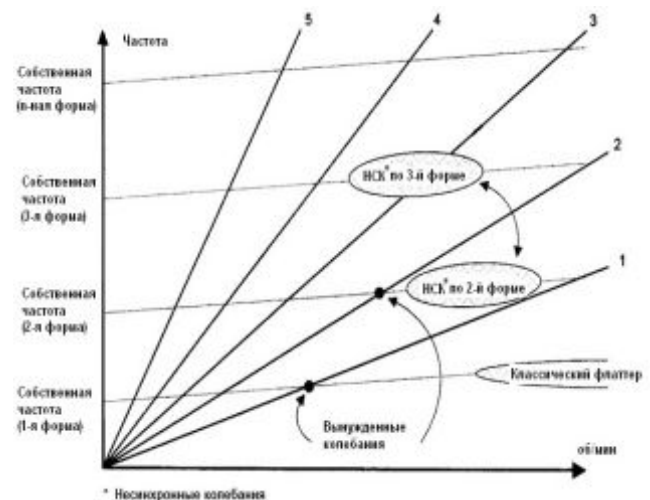


Рис. 4. Классификация типов аэроупругих колебаний

Проведя анализ аэроупругих процессов по предложенной схеме, можно заключить, что рассмотренный пример относится к типу несинхронных аэроупругих колебаний.

Библиографический список

1. Селезнёв В.Г., Головченко И.Ю., Ильинская О.И. Об интерпретации результатов фазовых измерений при исследовании колебаний рабочих колес турбомашин // Научные

труды (Вестник МАТИ). 2014. № 25(97). С. 57-65.

2. Магнус К. Колебания: Введение в исследование колебательных систем. Пер. с нем. М.: Мир, 1982. 304 с.

3. Drolet M. Refinement of non-synchronous vibrations prediction in axial compressors. Master's thesis. Montreal, 2010. 114 p.

УДК 621.454.2

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ С АГРЕГАТАМИ, РАЗРАБОТАННЫМИ ПО ИННОВАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

© 2016 А.В. Солодовников, И.А. Акиншин, В.В. Голубятник, А.В. Кривоногов

Военная академия им. Петра Великого (филиал в г. Серпухов Московской области)

ASSESSMENT OF A POSSIBILITY THE CREATION OF THE LIQUID ROCKET ENGINE WITH UNITS WHICH ARE PRODUCED ON INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Solodovnikov A.V., Akinshin I.A., Golubyatnik V.V., Krivonogov A.V. (The Military Academy the Great Peter, Serpukhov, Moscow Region, Russian Federation)

The article deals with the concept of the liquid rocket engine creation with units which are produced on innovative technologies. Comparative engineering and economic analysis of the engine parts created by traditional and perspective means of production is done.

Одним из перспективных направлений повышения энергомассовых характеристик жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) является применение инновационных технологий при производстве деталей и сборочных единиц (ДСЕ).

Согласно докладу Сколковского института науки и технологий (Skoltech) к инновационным технологиям, применяемым в ракетной технике, можно отнести:

- аддитивные технологии (AF - Additive Manufacturing), т. е. метод послойного селективного лазерного плавления гранул металлических сплавов;

- композиционные материалы (КМ) на основе углерод - углеродных (углерод – керамических) композиционных нитей.

Современные традиционные технологии изготовления ЖРД основаны на создании деталей путём удаления избыточного материала с последующим соединением их сваркой, пайкой и т. п. в единое целое.

Авторами статьи предлагается концепция создания инновационного ЖРД, в кото-

ром агрегаты, а также их ДСЕ, выполнены по новым технологиям.

Известно, что общую стоимость (трудоемкость) ЖРД в основном определяют семь основных агрегатов ($\approx 60\%$ трудоемкости): камера сгорания (КС), турбонасосный агрегат, газогенератор, дроссель и регулятор, а также пусковые клапаны окислителя и горючего. Остальные ДСЕ (более 50 наименований) имеют незначительную трудоемкость, поэтому рассматривать их в рамках данной работы нецелесообразно.

Авторами предлагается концепция инновационного ЖРД, в котором металлическую КС регенеративного охлаждения заменить новой конструкцией:

- смесительная головка (СГ) изготавливается по AF-технологии из никель – хромового сплава (коррозионностойкой стали);

- цилиндр КС с соплом – из углерод – углеродного (углерод-керамического) КМ;

- соединение двух элементов осуществляется фланцевым болтовым соединением за зоной СГ (уплотнитель - материал IZOLOCK